

面内 pin 構造による高 Q 値光ナノ共振器の動的制御に関する実験的検討

Experimental study of electrical dynamic control of coupled high- Q nanocavities

京大院工, [○]三橋凌太, 仲代匡宏, 浅野卓, 野田進

Kyoto Univ., [○]R.Mitsuhashi, M.Nakadai, T. Asano, S. Noda

E-mail: mitsuhashi@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, tasano@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 高 Q 値光ナノ共振器結合系に光を導入し、その光子寿命内に結合状態を変化させることで、光転送[1]や光の時間反転[2]などの興味深い操作が実現できる。このような動的制御には従来、サンプル外からの制御光パルス照射によるキャリア生成が用いられてきた。ここで、面内 p-i-n 構造による高速電氣的制御が可能になれば、制御系も含めたシステムの小型化と、より複雑・大規模な光制御への展開が期待できる。しかし、これまで面内 p-i-n 構造を有する光ナノ共振器の実験 Q 値は 50 万程度にとどまっており[3]、高 Q 値共振器結合系における高速電気制御の実現が課題となっている。今回、高い Q 値(130 万~380 万)を持つ 3 つの共振器を結合した系を実現し、面内 p-i-n 構造を導入して制御動作の初期的な検討を行ったので報告する。

[構造] 図 1(a)に示すような、光保持用共振器 A ($Q \sim 380$ 万), B ($Q \sim 230$ 万)と制御用共振器 C ($Q \sim 130$ 万)をもち、C を挟むように面内に p-i-n が形成された構造を SOI 基板を用いて作製した。pn 層のドーピング密度は $3 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, i 層の幅は $4.5 \mu\text{m}$, 共振器 C の共振波長は 1562nm 程度である。

[結果] CW レーザを励起用導波路から導入し、p-i-n 構造にパルス電圧を印加しつつ、共振器 C からの垂直放射光を時間分解測定した。CW レーザの波長を変えつつこの測定を繰り返して行い、得られたデータを再構築することで共振波長の時間変化を求めた。幅 8ns , 周期 100ns , 波高 1.6V の電気パルスを順バイアス方向に印加したときの共振波長の時間変化を図 1(b)に示す。電圧印加によって共振器付近にキャリアが注入されることで共振波長が 0.6nm 程度短波シフトし、電圧印加をやめると共振波長が元に戻る様子が確認できる。印加電圧を変えて同様の測定を行い、短波シフト時の最大速度と印加電圧の関係を求めた結果を図 1(c)に示す。印加電圧 3.5V で 600pm/ns の波長変化速度が得られた。 Q 値 230 万および 380 万に対応する光子寿命は 1.9ns および 3.1ns であり、今後、共振器 A,B,C の初期波長を調整した上で動的制御を行えば、様々な光操作が実現できると期待される。

[文献] [1]R. Konoike, et al., *Sci. Adv.* **2**, e1501690, (2016). [2] R. Konoike, et al., *APL Photonics* **4**, 030806 (2019). [3] T. Tanabe, et al., *Opt. Exp.* **17**, 25, (2009).

[謝辞] 本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて行われ、また科研費 18J23217, 19H02629 の支援を受けた。

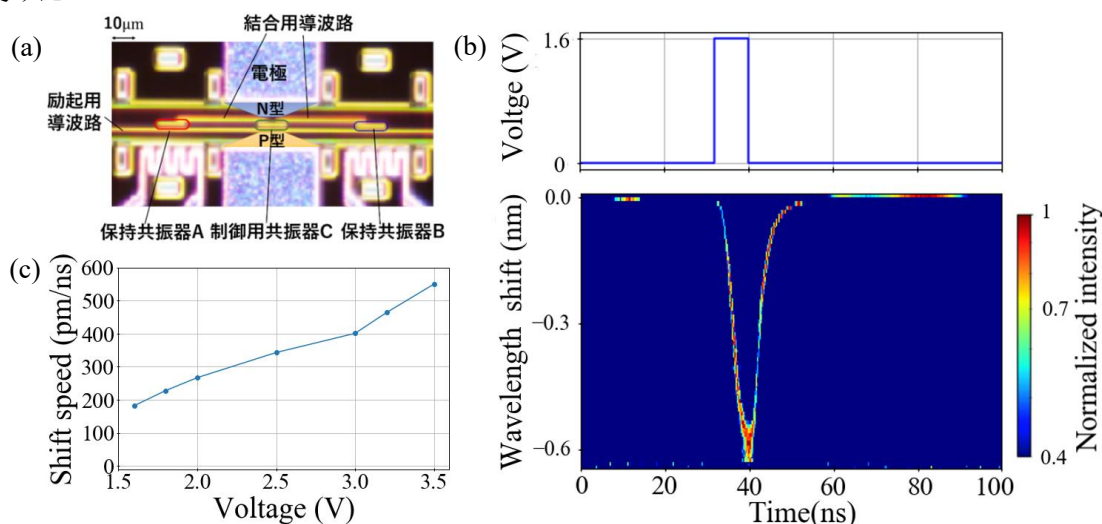


図 1: (a)共振器結合系の構造, (b)共振波長の時間変化, (c)波長シフト速度と印加電圧の関係